

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-124113

(43) 公開日 平成7年(1995)5月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 1 B 3/10

A 6 1 B 3/10

K

M

H

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平5-294407

(22) 出願日 平成5年(1993)10月29日

(71) 出願人 000135184

株式会社ニデック

愛知県蒲郡市栄町7番9号

(72) 発明者 藤枝 正直

愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 株式会

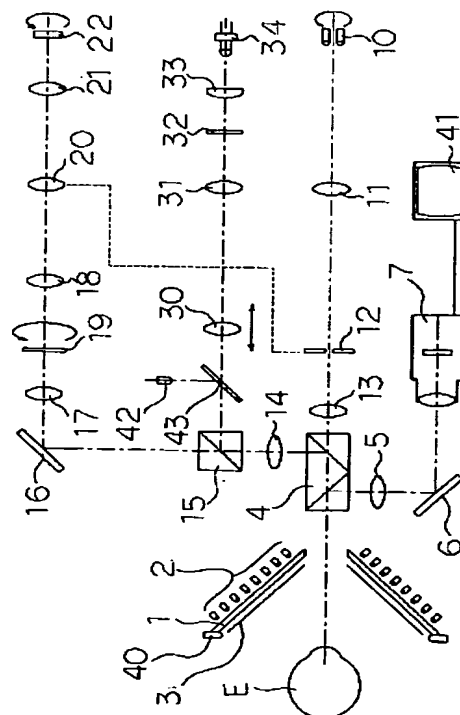
社ニデック拾石工場内

#### (54) 【発明の名称】 眼科装置

(57) 【要約】 (修正有)

【構成】 被検眼に対して装置を所定関係にアライメントする位置調整手段と、被検眼の角膜に複数の円環状のパターンを持つ第1指標を投影する第1指標投影手段と、この指標を撮像する第1指標撮像手段と、これにより撮影された画像を処理する画像処理手段と、これにより得られた第1指標の像の位置に基づいて各領域の曲率を算出する曲率演算手段とを有する。被検眼眼底に屈折力測定用の第2指標を投影する第2指標投影手段と、これにより投影された指標像を検出する光検出手段と、これにより検出される検出結果に基づいて眼屈折力を算出する眼屈折力演算手段とを有する。そして眼屈折力と角膜曲率を夫々測定するモードとを切り換える測定モード切換え手段とを有する。

【効果】 1 台の装置で角膜曲率分布と屈折力が得られるので検査効率が良く、また両測定データを対応させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検眼に対して装置を所定の関係にアライメントするための位置調整手段と、被検眼の角膜に複数の円環状のパターンを持つ第 1 指標を投影する第 1 指標投影手段と、角膜に投影された第 1 指標を撮像する第 1 指標撮像手段と、該撮像手段により撮影された画像を処理する画像処理手段と、該画像処理手段により得られた第 1 指標の像の位置に基づいて各領域の曲率を算出する曲率演算手段と、被検眼眼底に屈折力測定用の第 2 指標を投影する第 2 指標投影手段と、該第 2 指標投影手段により投影された指標像を検出する光検出手段と、該光検出手段により検出される検出結果に基づいて眼屈折力を算出する眼屈折力演算手段と、眼屈折力を測定するモードと角膜曲率を測定するモードとを切り換える測定モード切換え手段と、前記曲率演算手段および眼屈折力演算手段により得られる測定結果を表示する表示手段と、を持つことを特徴とする眼科装置。

【請求項 2】 請求項 1 の位置調整手段は、被検眼の前眼部を照明する照明手段と、被検眼の前眼部を撮影する前眼部撮影装置と、被検眼角膜にアライメント用光束を投射し指標を形成するアライメント指標形成手段と、を持つことを特徴とする眼科装置。

【請求項 3】 請求項 2 の前眼部撮影装置は前記第 1 指標撮像手段と共用され、角膜曲率の測定開始信号に基づいて前記照明手段および前記アライメント指標形成手段の各光源を消灯する制御手段を持つことを特徴とする眼科装置。

【請求項 4】 請求項 1 の第 2 指標投影手段は、各経線方向の屈折力を互いに独立して得る指標をもつことを特徴とする眼科装置。

【請求項 5】 請求項 4 の第 2 指標投影手段は、スポット開口を持つ指標版と、同一経線上に配置された一対の光源と、光源を光軸回りに回転する手段とを持つことを特徴とする眼科装置。

【請求項 6】 請求項 1 の表示手段は、角膜屈折力分布および屈折力分布を図形表示するための図形表示手段を持つことを特徴とする眼科装置。

【請求項 7】 請求項 1 の表示手段は、カラー液晶ディスプレイであることを特徴とする眼科装置。

【請求項 8】 請求項 1 の眼科装置は、眼屈折力と角膜曲率の測定結果から残余乱視を算出する残余乱視演算手段を持つことを特徴とする眼科装置。

【請求項 9】 請求項 1 の眼科装置は、さらに、第 1 指標投影手段出投影されない被検眼の角膜中心近傍に円環状のパターンを投影する第 3 指標投影手段をもつことを特徴とする眼科装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、被検眼の角膜曲率分布や屈折力を測定する眼科装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 術眼の角膜表面を放射状に切開したり、角膜表面を切除したりして、角膜曲率を人為的に変化させることによって、近視や乱視等の屈折異常を矯正する屈折矯正手術が知られている。この屈折矯正手術を行うには、術眼の角膜形状の詳細なデータと、術眼の眼屈折力値とを知る必要がある。角膜形状を詳細に知ることができる装置としては、角膜の広い範囲にわたる曲率の分布を測定し、その分布をTopographyとして視覚化するConea Topographyの装置が知られている。この装置は、被検眼に投影されたプラチドリリングの角膜反射像をCCDカメラ等によって撮影し、画像処理を施してプラチドリリング像を検出する。所定箇所のプラチドリリング像の位置情報に演算処理を施すことによって、被検眼のほぼ角膜全領域の曲率分布を求め、モニタにその図形表示を行う。図形表示においては、その分布が理解しやすいように色別表示をする装置も知られている。また、被検眼の眼屈折力値を知る手段としては、いわゆるオートレフといわれる自動眼屈折力測定装置が知られている。その装置は、被検眼眼底に測定用視標を投影し、検出された投影像の位置に基づいて球面度数、乱視度数、乱視軸が検出される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このように従来においては、屈折矯正手術を行うに際しては、Conea Topographyの装置と自動眼屈折力測定装置の 2 種類の装置を準備する必要があった。しかし、2 種類の装置を準備することは、設備投資が増大するばかりでなく設置スペースをとられるという欠点があった。また、検査に際して装置間の移動が必要である等煩雑である外、2 種の装置のデータ整理に手間が掛かり、検査効率が悪いという欠点があった。本発明は、上記のような欠点に鑑み案出されたものであり、簡単に角膜の曲率分布と眼屈折力の測定を行うことができる眼科装置を提供することを技術課題とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明の眼科装置は以下の構成を有することを特徴としている。

(1) 被検眼に対して装置を所定の関係にアライメントするための位置調整手段と、被検眼の角膜に複数の円環状のパターンを持つ第 1 指標を投影する第 1 指標投影手段と、角膜に投影された第 1 指標を撮像する第 1 指標撮像手段と、該撮像手段により撮影された画像を処理する画像処理手段と、該画像処理手段により得られた第 1 指標の像の位置に基づいて各領域の曲率を算出する曲率演算手段と、被検眼眼底に屈折力測定用の第 2 指標を投影する第 2 指標投影手段と、該第 2 指標投影手段により投影された指標像を検出する光検出手段と、該光検出手段により検出される検出結果に基づいて眼屈折力を算出

する眼屈折力演算手段と、眼屈折力を測定するモードと角膜曲率を測定するモードとを切り換える測定モード切換え手段と、前記曲率演算手段および眼屈折力演算手段により得られる測定結果を表示する表示手段と、を持つことを特徴とする。

【0005】(2) (1)の位置調整手段は、被検眼の前眼部を照明する照明手段と、被検眼の前眼部を撮影する前眼部撮影装置と、被検眼角膜にアライメント用光束を投射し指標を形成するアライメント指標形成手段と、を持つことを特徴とする。

【0006】(3) (2)の前眼部撮影装置は前記第1指標撮像手段と共用され、角膜曲率の測定開始信号に基づいて前記照明手段および前記アライメント指標形成手段の各光源を消灯する制御手段を持つことを特徴とする。

【0007】(4) (1)の第2指標投影手段は、各経線方向の屈折力を互いに独立して得る指標をもつことを特徴とする。

【0008】(5) (4)の第2指標投影手段は、スポット開口を持つ指標板と、同一経線上に配置された一対の光源と、光源を光軸回りに回転する手段とを持つことを特徴とする。

【0009】(6) (1)の表示手段は、角膜屈折力分布および屈折力分布を図形表示するための図形表示手段を持つことを特徴とする。

【0010】(7) (1)の表示手段は、カラー液晶ディスプレイであることを特徴とする。

【0011】(8) (1)の眼科装置は、眼屈折力と角膜曲率の測定結果から残余乱視を算出する残余乱視演算手段を持つことを特徴とする。

【0012】(9) (1)の眼科装置は、さらに、第1指標投影手段出投影されない被検眼の角膜中心近傍に円環状のパターンを投影する第3指標投影手段をもつことを特徴とする。

【0013】

【実施例1】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

〔光学系配置〕図1および図2は装置の光学系を説明するものであり、図1は装置の光学系配置の概略図である。曲率測定用指標投影系、曲率測定用指標検出系、屈折力測定用指標投影系、屈折力測定用指標検出系、固視光学系、およびアライメント・表示系に分けて説明する。

(曲率測定用指標投影系) 1は円錐面の形状のブラチド板であり、中央部に開口を持っている。ブラチド板1には、図2に示すように、所定の幅のリングパターン透光部1aとリングパターン遮光部1bが、光軸を中心として同心円上に複数形成されている。リングパターン透光部1aの背後には、LED等の照明光源2が多数配置され、リングパターン透光部1aをほぼ均一に照明する。

照明光源2により照明されたリングパターンは被検眼Eの角膜に投影されるが、ブラチド板1の前面は可視光カットの赤外光透過フィルム3で覆われているので、被検者はリングパターンを見ることができない。なお、本実施例でブラチド板1を照明する光源として近赤外の光源を採用しているのは、主として後に眼屈折の測定を行う場合にも被検眼Eの縮瞳が起きないようにするためにすぎないので、パターンの照明光は必ずしも赤外光に限らず赤色光等のものを使用しても良い。また、照明光源としてリング状の蛍光灯を利用するとともに、反射板を設けてリングパターンを照明する用にしても良い。

【0014】(曲率測定用指標検出系) ブラチド板1のリングパターンの角膜反射光は、ビームスプリッタ4で反射された後、撮影レンズ5およびミラー6によりCCDカメラ7の撮像面上にリングパターンの角膜反射像を形成する。

(眼屈折力測定用指標投影系) 10は近赤外領域に波長を持つ一対の測定用光源であり、集光レンズ11の前側焦点距離付近に配置される。本実施例では、測定用光源を光軸に対して対称に配置し、光源を光軸回りに180度回転させているが、さらに詳細な屈折力の情報を得るには測定用光源の一つを光軸上に配置し、他方の光源を光軸回りに360度回転させる等の方法を採用してもよい。12は測定用指標(スポット開口)を有し、被検眼Eの眼底と共役な位置に配置されるべく移動可能な測定用ターゲット板である。13は投影レンズであり、投影レンズ13は測定用ターゲット板12を被検眼眼底に投影する。

【0015】(眼屈折力測定用指標検出系) 14は対物レンズ、15はビームスプリッタ、16はミラーである。17および18はリレーレンズ、19は被検眼Eの角膜と共役な位置に配置されている帯状の角膜反射除去マスク、20は測定用ターゲット板12とともに移動する移動レンズ、21は結像レンズである。22は測定用の分割受光素子であり、測定用受光素子22は測定用光源10、角膜反射除去マスク19と同期して光軸を中心に回転する。

【0016】(固視系) 30は光軸上を移動可能な第1リレーレンズであり、第1リレーレンズ30は光軸方向に移動することによって被検眼の雲霧を行う。31は第2リレーレンズである。32は第2リレーレンズ31の焦点位置に配置されている固視標、33は集光レンズ、34は照明ランプである。

(アライメント・表示系) 40はブラチド板1に埋設されている近赤外域の前眼部照明ランプであり、被検眼の前眼部像を撮影するための照明光として利用される。照明された被検眼前眼部は、前述した曲率測定用指標検出系のCCDカメラ7に撮影される。CCDカメラ7の撮像像はディスプレイ41に表示され、装置の光軸と被検眼Eをラフにアライメントするために利用される。42

は近赤外の光を出射するLED等のアライメント用光源であり、固視光学系に配置されたハーフミラー43及びビームスプリッタ15を介して、対物レンズ14の焦点位置付近に配置される。アライメント用光源42の光は角膜反射像を形成し、図示しないアライメント用レティクルと所定の関係になるように位置合わせされる。測定結果はディスプレイ41に前眼部像と切換え表示する。ディスプレイ41はカラーグラフィックが表示可能なようにカラー液晶ディスプレイを採用している。

【0017】〔制御系〕上記の光学系の装置の制御系を図3に基づいて説明する。CCDカメラ7からの映像信号は、A/D変換器50でデジタル化され、タイミングジェネレータ51の信号に同期してフレームメモリ52に取り込まれる。フレームメモリ52に取り込まれた画像は、第1マイクロコンピュータ53の制御により合成回路54に送られ、表示ディスプレイ41に映出される。合成回路54には、ビデオグラフィックや文字を生成するビデオグラフィックアダプタ55が接続されており、表示ディスプレイ41にビデオグラフィック像を表示したり、CCDカメラ7の撮影像と文字との合成像を表示したりする。56は画像処理回路であり、後述するコントロールスイッチの信号により、フレームメモリ52のプラチドリングの像に対して画像処理を施し、その処理結果をメモリ57に記憶する。58はプリンタ、59はプリンタを駆動するドライバである。

【0018】60は第1マイクロコンピュータ53と接続する第2マイクロコンピュータである。第2マイクロコンピュータ60は主として測定動作を制御する。61は測定スタートスイッチ、62は角膜形状測定モードと眼屈折力測定モードを切り換えるモード切換スイッチ等各種のスイッチを持つコントロールスイッチである。63は眼屈折力測定系64を駆動するドライバ、65は固視系66を動作させるドライバ、67はプラチド板の照明光源2の点滅を制御するドライバ、68は前眼部照明ランプ40を駆動するドライバ、69はアライメント用光源42を駆動するドライバである。70はフロッピディスク、71はそのドライバである。

【0019】以上のような構成の装置の動作を図4～図6のプロチャート図に基づいて説明する。なお、コントロールスイッチ62のモード切換スイッチを選択し、測定項目を選択するが、角膜形状測定と屈折力測定モードの連続測定モードについて説明する。連続測定モードが選択されると、ドライバ68および69により、前眼部照明ランプ40およびアライメント用光源42が点灯する。被検眼の前眼部像はテレビカメラ7により撮影され、フレームメモリ51、合成回路54を介して表示ディスプレイ41に映し出される。検者は表示ディスプレイ41を見ながら周知の摺動機構により、被検眼の前眼部像とアライメント用光源42による輝点（および図示しないアライメント用レティクル）を所定の関係に位置

あわせする。アライメントが完了し、測定スタートスイッチ61を押すと、前眼部照明ランプ40およびアライメント用光源42が消灯すると共に、プラチドリングの照明光源2を所定時間点灯する。照明光源2によりプラチド板1は被検眼に投影され、被検眼の角膜にプラチドリング像を形成する。

【0020】プラチドリング像はCCDカメラ7に撮影され、フレームメモリ51に記憶され、表示ディスプレイ41に映し出される。検者は表示ディスプレイに映し出されたプラチドリング像が良好に撮影されているかを確認する。撮影像が不良の場合は、コントロールスイッチ62のキャンセルスイッチを押して測定し直し、撮影像が良好の場合は、セーブスイッチを押す。セーブスイッチが押されると、画像処理回路56によりエッジ検出処理を行い、その処理データは第1マイクロコンピュータ53を介してメモリ57に記憶される。

【0021】処理データが記憶されると、眼屈折力測定モードに切換わる。前眼部照明ランプ40およびアライメント用光源42を点灯し、角膜形状測定時と同様の手順でアライメントを行う。アライメントが完了したら測定スタートスイッチ61を押す。測定スタートスイッチ61の信号により第2マイクロコンピュータ60は眼屈折測定系および固視系を作動させる。測定用光源10からの測定光は、集光レンズ11、測定用ターゲット板12、投影レンズ13を経て、被検眼の角膜近傍に集光した後、眼底に到達する。眼底で反射した光は、ビームスプリッタ4で光路を変え、ミラー16で反射し、リレーレンズ17、18を通過後、結像レンズ21によって受光素子22に入射する受光素子22で受光した信号に基づいて、第2マイクロコンピュータ60は移動レンズ20とともに測定用ターゲット板12を被検眼眼底と共役な位置にくるように移動させる。

【0022】次に、第1リレーレンズ30を移動して固視標32と被検眼Eの眼底が共役な位置に置いた後、さらにこれを適当なディオプタ分だけ雲霧がかかるように移動させる。被検眼Eに雲霧がかかった状態で、測定用光源10、角膜反射除去マスク19および受光素子22を所定の角度ステップ（例えば1度）で光軸の回りに180度回転させる。回転中、受光素子22からの信号により測定用ターゲット板12および移動レンズ20が移動し、その移動量により各経線方向における角度ステップごとの屈折力値を得ることができる。これらの眼屈折力測定は所定回数繰り返され、その測定結果は所定の処理（平均化）が施され、メモリ57に転送され保存される。眼屈折力測定の測定データとしては、伝統的な球面度数、乱視度数および乱視軸というデータの外に、各経線方向の屈折力を保存する。同様にして他眼の角膜形状および屈折力測定を行う。

【0023】以上のようにして得られた角膜形状および屈折力測定の測定データを次のように処理して表示デー

タを得る。まず、第1マイクロコンピュータ53はメモリ57から角膜形状の測定データを取り出し、各リングのエッジ位置に基づいて所定角度都度の角膜の曲率を演算する。演算方法については図7を参照して説明する。被検眼角膜から光軸上距離d、高さHにある点光源Pの角膜凸面による像iが角膜頂点より光軸上距離l、高さhの位置にできるとすると次の関係式が成り立つ。

【数1】

$$\frac{H}{h} = \frac{d}{l}$$

次に像iをレンズLにより2次元検出面上に結像させると、像高さhがh'の高さで検出されるので、装置光学系の倍率mは、

【数2】

$$m = \frac{h}{h'}$$

となる。ここで、角膜曲率半径をRとすると、角膜凸面 20 鏡の焦点距離fは、

【数3】

$$f = \frac{R}{2}$$

であり、

【数4】

$$f \ll d$$

の場合は、

【数5】

$$l \cong f$$

であるので、

【数6】

$$\frac{H}{m \cdot h'} = \frac{2d}{R}$$

したがって、

【数7】

$$R = \frac{2d}{H} \cdot m \cdot h'$$

すなわち、d、H、mの諸値は装置固有の値であるので、2次元検出面上での像高さh'を求めれば、その像の観察される領域の角膜曲率半径Rが得られる。

【0024】なお、上述のような計算式で各リングの明暗エッジに対し、例えば1度ごとの経線方向の小領域を計算することは、数1000点もの多数の計算回数を行うことになり、演算処理時間が長くなる。そこで、次の

簡易的な角膜曲率の算出方法を採用しても良い。例えば、j番目のリングが角膜に投影された領域の曲率をRj、j番目のリングの高さ、被検眼までの距離および装置撮影倍率で決定される定数をKj、撮像面上での像高さをhjとすると、前述の関係式は、

【数8】

$$R_j = k_j \cdot h_j$$

と表される。ここで、測定レンジをカバーする複数の既知の曲率を持った球面模型眼を製造段階であらかじめ測定することで、比例定数Kjを装置固有の値として得ることができる。こうして得られた複数の比例定数を装置内の不揮発性メモリ等に記憶保存しておき、人眼に対して測定する際に所要の比例定数を読みだし、演算することで極めて短時間に曲率を得ることができる。また、同時に避けられない製造上の誤差も較正することになる。このような演算により、各々のリング像のエッジにおける所定角度都度の角膜の曲率が得られ、これを記憶する。なお、角膜曲率の演算処理は第1マイクロコンピュータ53が行うので、この処理中に第1マイクロコンピュータ60による眼屈折力の測定を行うようにしても良い。

【0025】以上のようにして得られた角膜曲率測定データと眼屈折力測定データを表示ディスプレイに表示する。コントロールスイッチ62内のスイッチにより表示内容を選択できる。その表示内容の例について説明する。図6は得られた角膜曲率半径を周知の算出方法により角膜屈折力に変換し、その分布を色分けしてカラーマップ表示した例である。色分けは、例えば赤・橙・黄・緑・青・藍等の色相と濃淡の組み合わせで15段階に分け、赤色が最大屈折力、藍色が最小屈折力を示すようにし、最大屈折力と最小屈折力を15等分してそれぞれの角膜屈折力に15段階の色分けを当てはめたものである。図6のカラーマップ中の円は、被検眼の瞳孔位置を重ね合わせて表示したものである。

【0026】図9は眼屈折力測定データを各経線に対応させてプロットしたものであり、中心からの距離により屈折異常の大小を示している。視覚的に分かりやすくするために、屈折異常の最大値が外周円上に、最小値が外周円の1/2の径の円周上にプロットされている。

【0027】図10は眼屈折力測定データを各角度ごとにカラーマップ表示した例である。色分けは、角膜屈折力のカラーマップ表示と同様の15段階の色分とし、各段階のステップを0.5Dにとると、球面等価値(SE値)を基準に+3.5D~0~-3.5Dの範囲の相対表示が可能になる。また、例えば正視眼を基準点として遠視を青方向に、近視を赤方向に色分け表示して、屈折異常を絶対表示しても良い。

【0028】次に、角膜曲率測定と眼屈折力測定の両データから残余乱視の表示について説明する。図11は、

図 8 に示した瞳孔位置内の角膜屈折力データ、眼屈折力データ（角膜頂点を基準とした屈折力に変換されたデータを使用する）とを対応させ、残余乱視（被検眼の全乱視と角膜乱視の差）を計算してカラーマップ表示した例である。色分けは、図 10 と同様な表示が可能である。被検眼の全乱視はほぼ角膜乱視と水晶体乱視の和と考えても良いので、角膜曲率（角膜屈折力）と眼屈折力の両データを対応させることは、角膜の屈折矯正に対して有効的なデータとなる。また、角膜屈折矯正のほかにも、現在用いられている固定焦点型眼内レンズに代えて、シリコンジェルを注入するタイプの焦点可調整 IOL が実用化された場合にも有用となる。なお、眼屈折力測定については測定用光源の一つを光軸上に配置し、他方の光源を光軸回りに 360 度回転させる等で、360 度方向の屈折力を得ることができるので、これを採用すれば、より角膜屈折力のカラーマップ表示に対応した表示が可能である。これらの表示データは保存の必要があるときはフロッピディスク 70 に保存する。

#### 【0029】

【実施例 2】図 12 は実施例 2 の光学系配置の概略図であり、実施例 1 と同一の部材には同一の符号を付している。実施例 1 では、プラチド板 1 の中心に開口を設けて眼屈折力測定用指標等の光束が通る光路を確保しているが、このため角膜中心部の角膜形状の情報が欠如する。このため、実施例 2 は角膜中心部の角膜曲率測定を可能にした実施例である。80 は対物レンズ 14 の焦点位置に配置される平面状の第 2 プラチド板であり、第 2 プラチド板 80 上には、中心と所定の幅のリングパターンの透光部およびリングパターンの遮光部が同心円上に複数形成されている。81 は第 2 プラチド板を照明する第 2 照明光源であり、近赤外域の光を出射する。第 2 照明光源 81 は、集光レンズ 82 を介して第 2 プラチド板 80 を一様に照明し、対物レンズ 14 により被検眼 E の角膜にリングパターン像を投影する。対物レンズ 14 の焦点距離を  $f_1$  とすると、曲率半径 R の角膜によってできる像は、その焦点位置上に  $(R/2)/f_1$  の大きさの像が形成される。これにより撮像面上でのリングパターン像を検出し、実施例 1 と同様の演算処理をすることで角膜曲率の分布を得ることができる。以上説明したように実施例 2 の装置は、角膜中心領域の詳細情報を提供できるので、角膜中心部の情報を知る必要のある屈折矯正手

術においては特に有効である。

#### 【0030】

【発明の効果】本発明の装置によれば、1 台の装置で角膜曲率分布と屈折力が得られるので検査効率が良く、また両測定データを対応させることができるとともにその分布を知ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 の装置の光学系配置の概略図である。

【図 2】実施例 1 の装置のプラチド板を示す図である。

【図 3】実施例 1 の装置の制御系を示す図である。

【図 4】実施例 1 の装置の動作を説明するフローチャート図である。

【図 5】実施例 1 の装置の動作を説明するフローチャート図である。

【図 6】実施例 1 の装置の動作を説明するフローチャート図である。

【図 7】実施例 1 の装置の角膜曲率の演算方法を説明する図である。

【図 8】角膜屈折力分布をカラーマップ表示した例を示す図である。

【図 9】眼屈折力測定データをプロット表示した例を示す図である。

【図 10】眼屈折力測定データをカラーマップ表示した例を示す図である。

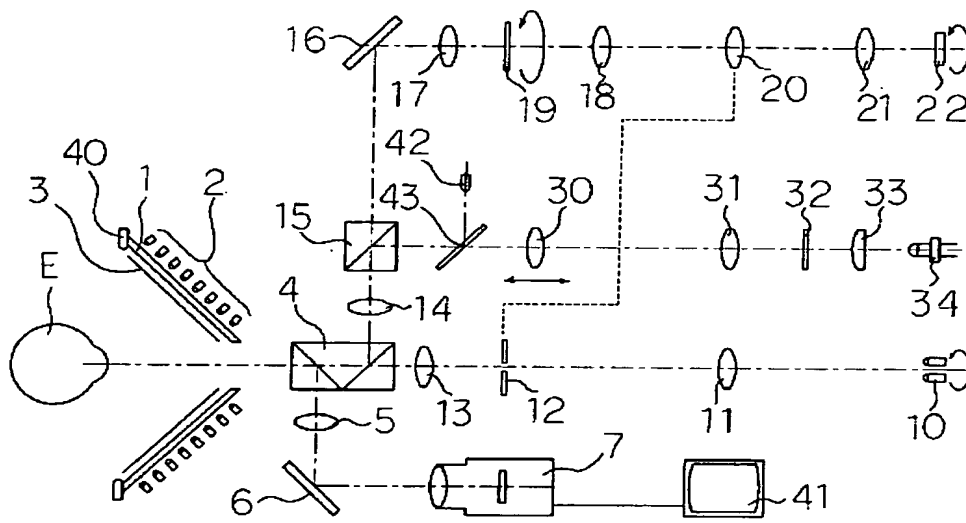
【図 11】残余乱視をカラーマップ表示した例を示す図である。

【図 12】実施例 2 の装置の光学系配置の概略図である。

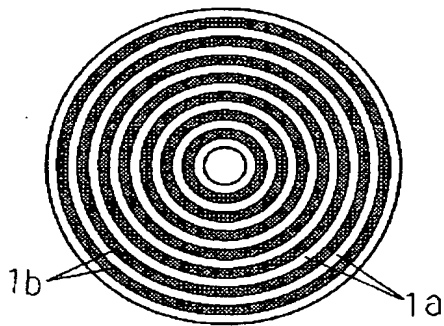
#### 【符号の説明】

- 1 プラチド板
- 2 照明光源
- 3 赤外光透過フィルム
- 7 CCDカメラ
- 10 測定用光源
- 22 受光素子
- 41 ディスプレイ
- 52 フレームメモリ
- 54 合成回路
- 55 ビデオグラフィックアダプター
- 57 第 1 マイクロコンピュータ
- 60 第 2 マイクロコンピュータ

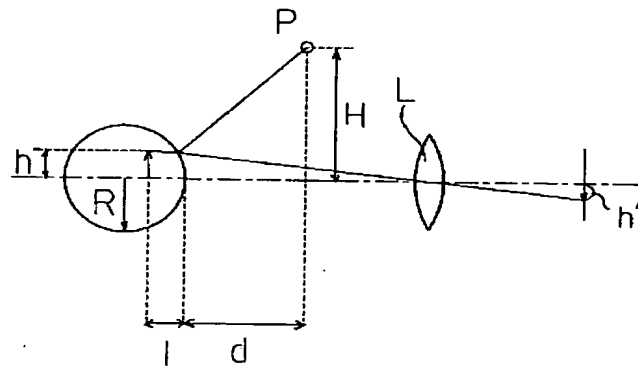
【図1】



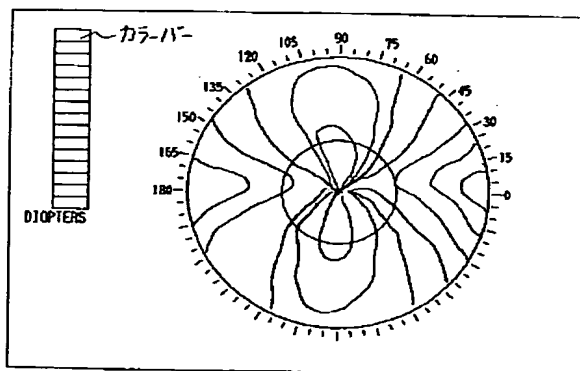
【図2】



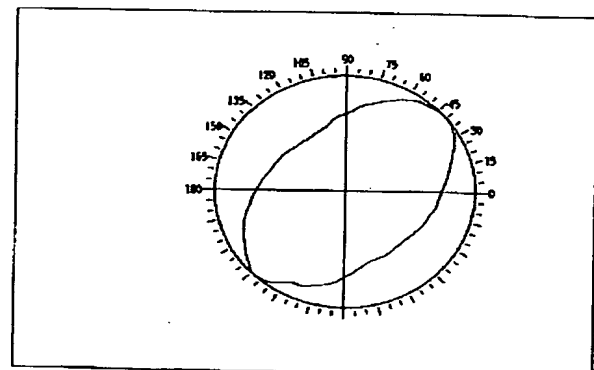
【図7】



【図8】



【図9】



70

71

59

58

60

62

61

63

64

65

66

67

68

69

2

40

42

57

56

55

54

52

51

50

41

7

CCD  
カメラ

A/D  
変換器

フレーム  
メモリー

合成  
回路

表示  
ディスプレイ

タイミン  
グジェネ  
レータ

ビデオ  
グラフィ  
ックアダ  
プター

第1  
マイクロ  
コンピュ  
ータ

ドライバ

フロピ  
ディスク

メモリ

画像処理  
回路

ドライバ

ドライバ

ドライバ

ドライバ

ドライバ

ドライバ

ドライバ

眼屈折  
測定系

固視系

プラチド板  
光源

前眼部照  
明ランプ

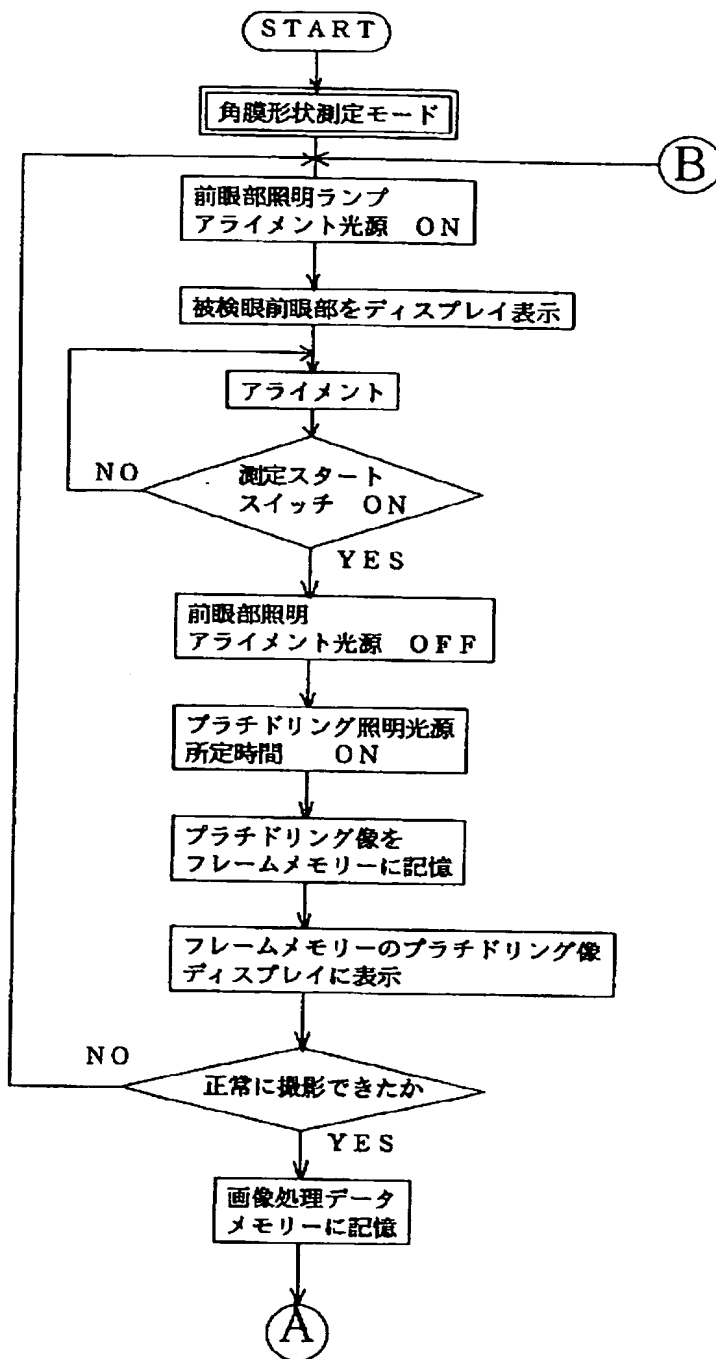
アライメント  
光源

コントロ  
ールス  
イッチ

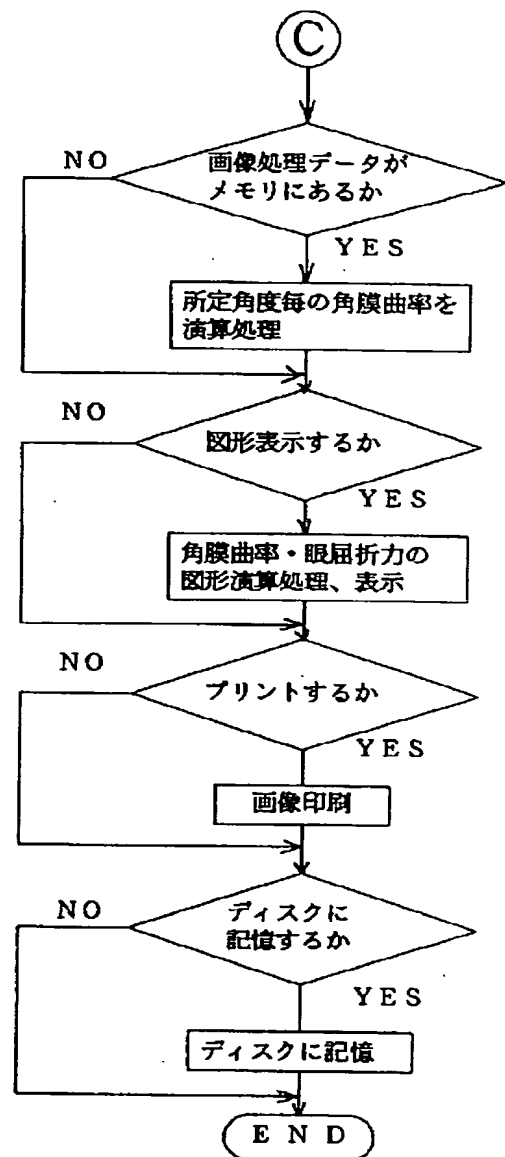
測定ス  
タート  
スイッ  
チ



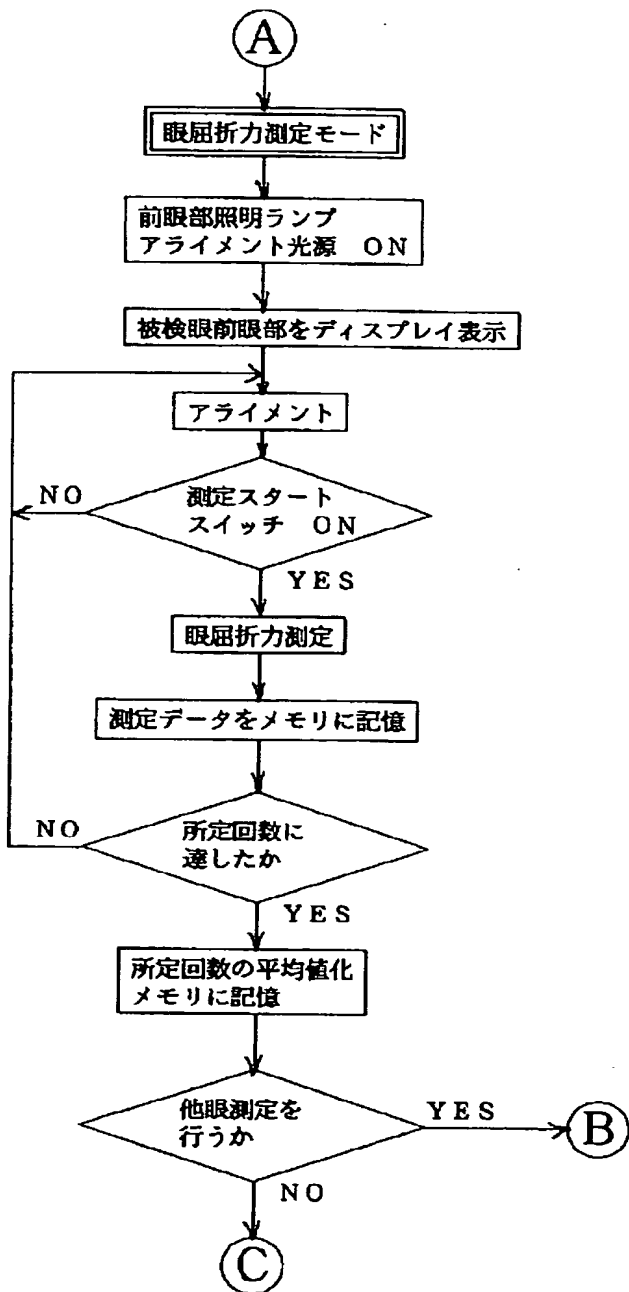
【図 4】



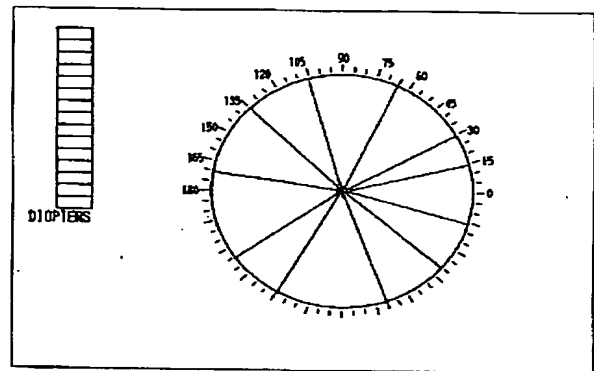
【図 6】



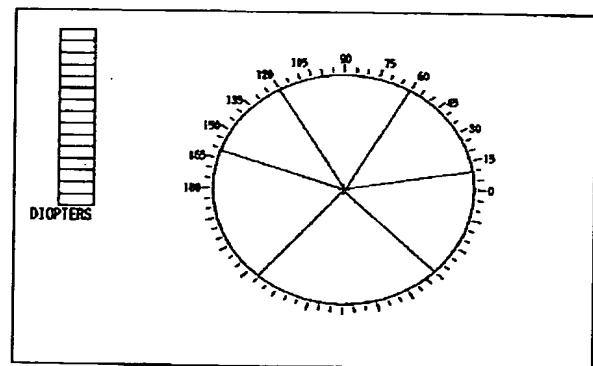
【図 5】



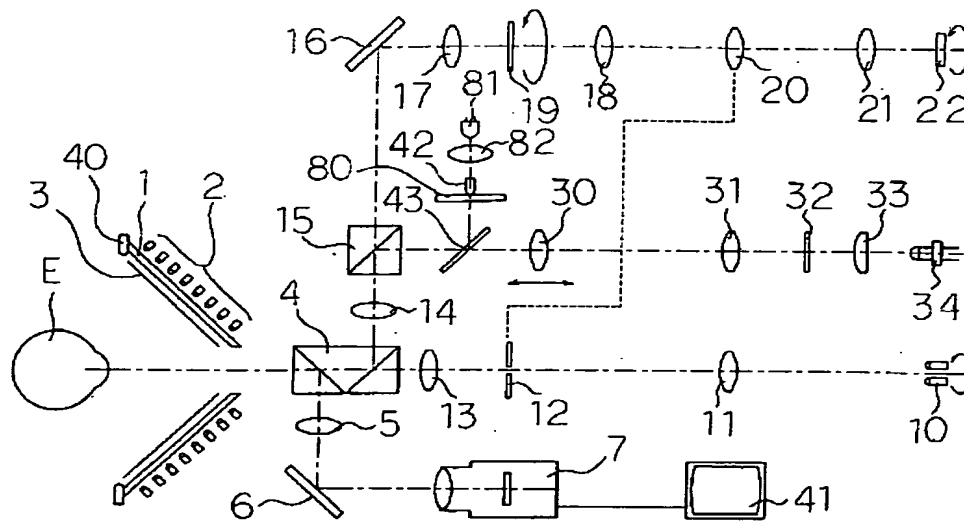
【図 10】



【図 11】



【図 12】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 6 年 9 月 30 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 9

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【請求項 9】 請求項 1 の眼科装置は、さらに、第 1 指標投影手段で投影されない被検眼の角膜中心近傍に円環状のパターンを投影する第 3 指標投影手段をもつことを特徴とする眼科装置。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0012】(9) (1) の眼科装置は、さらに、第 1 指標投影手段で投影されない被検眼の角膜中心近傍に円環状のパターンを投影する第 3 指標投影手段をもつことを特徴とする。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0013】

【実施例 1】以下、本発明の一実施例を図面に基いて説明する。

【光学系配置】図 1 および図 2 は装置の光学系を説明す

るものであり、図 1 は装置の光学系配置の概略図である。曲率測定用指標投影系、曲率測定用指標検出系、屈折力測定用指標投影系、屈折力測定用指標検出系、固視光学系、およびアライメント・表示系に分けて説明する。

(曲率測定用指標投影系) 1 は円錐面の形状のプラチド板であり、中央部に開口を持っている。プラチド板 1 には、図 2 に示すように、所定の幅のリングパターン透光部 1 a とリングパターン遮光部 1 b が、光軸を中心として同心円上に複数形成されている。リングパターン透光部 1 a の背後には、LED 等の照明光源 2 が多数配置され、リングパターン透光部 1 a をほぼ均一に照明する。照明光源 2 により照明されたリングパターンは被検眼 E の角膜に投影されるが、プラチド板 1 の前面は可視光カットの赤外光透過フィルム 3 で覆われているので、被検者はリングパターンを見ることができない。なお、本実施例でプラチド板 1 を照明する光源として近赤外の光源を採用しているのは、主として後に眼屈折の測定を行う場合にも被検眼 E の縮瞳が起きないようにするためにすぎないので、パターンの照明光は必ずしも赤外光に限らず赤色光等のものを使用しても良い。また、照明光源としてリング状の蛍光灯を利用するとともに、反射板を設けてリングパターンを照明するようにしても良い。

## 【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0020】プラチドリング像はCCDカメラ7に撮影され、フレームメモリ52に記憶され、表示ディスプレイ41に映し出される。検者は表示ディスプレイに映し出されたプラチドリング像が良好に撮影されているかを確認する。撮影像が不良の場合は、コントロールスイッチ62のキャンセルスイッチを押して測定し直し、撮影像が良好の場合は、セーブスイッチを押す。セーブスイッチが押されると、画像処理回路56によりエッジ検出処理を行い、その処理データは第1マイクロコンピュータ53を介してメモリ57に記憶される。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】次に、第1リレーレンズ30を移動して固視標32と被検眼Eの眼底を共役な位置に置いた後、さらにこれを適当なディオプタ分だけ雲霧がかかるように移動させる。被検眼Eに雲霧がかかった状態で、測定用光源10、角膜反射除去マスク19および受光素子22を所定の角度ステップ（例えば1度）で光軸の回りに180度回転させる。回転中、受光素子22からの信号により測定用ターゲット板12および移動レンズ20が移動し、その移動量により各経線方向における角度ステップごとの屈折力値を得ることができる。これらの眼屈折力測定は所定回数繰り返され、その測定結果は所定の処理（平均化）が施され、メモリ57に転送され保存される。眼屈折力測定の測定データとしては、伝統的な球面

度数、乱視度数および乱視軸というデータの外に、各経線方向の屈折力を保存する。同様にして他眼の角膜形状および屈折力測定を行う。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】以上のようにして得られた角膜曲率測定データと眼屈折力測定データを表示ディスプレイに表示する。コントロールスイッチ62内のスイッチにより表示内容を選択できる。その表示内容の例について説明する。図8は得られた角膜曲率半径を周知の算出方法により角膜屈折力に変換し、その分布を色分けしてカラーマップ表示した例である。色分けは、例えば赤・橙・黄・緑・青・藍等の色相と濃淡の組み合わせで15段階に分け、赤色が最大屈折力、藍色が最小屈折力を示すようにし、最大屈折力と最小屈折力を15等分してそれぞれの角膜屈折力に15段階の色分けを当てはめたものである。図8のカラーマップ中の円は、被検眼の瞳孔位置を重ね合わせて表示したものである。

【手続補正7】

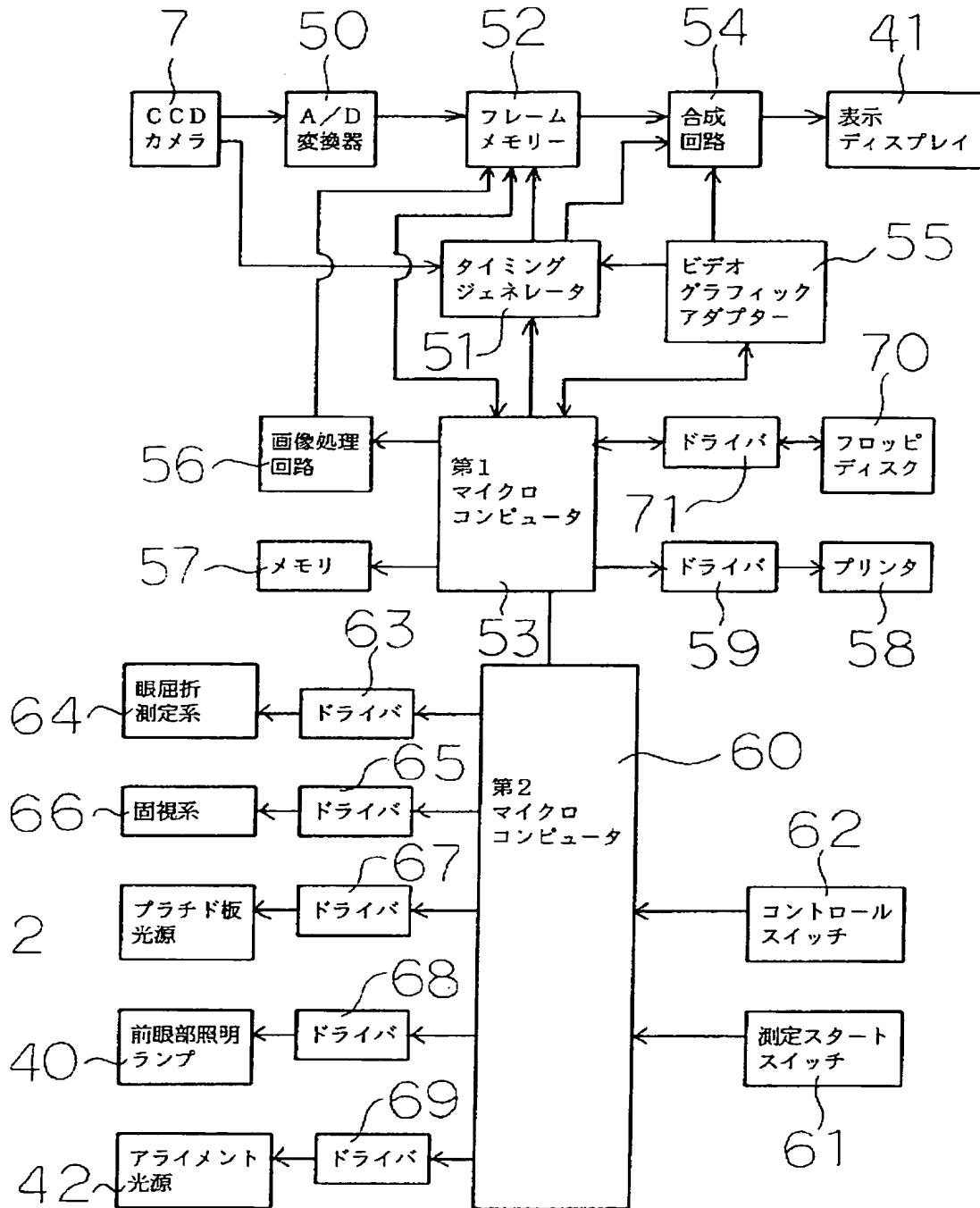
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】



【手続補正 8】

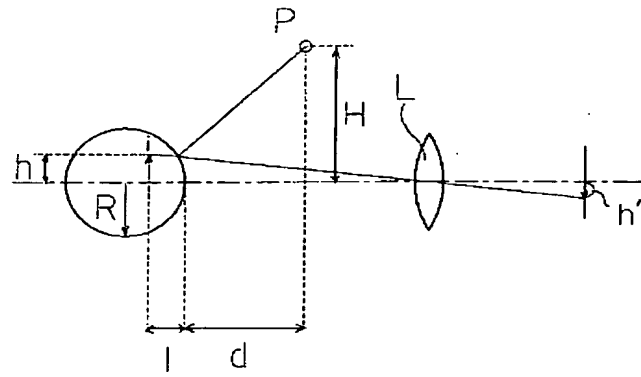
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 7】



【公報種別】 特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
【部門区分】 第 1 部門第 2 区分  
【発行日】 平成 13 年 7 月 24 日 (2001. 7. 24)

【公開番号】 特開平 7-124113  
【公開日】 平成 7 年 5 月 16 日 (1995. 5. 16)  
【年通号数】 公開特許公報 7-1242  
【出願番号】 特願平 5-294407  
【国際特許分類第 7 版】

A61B 3/10

【F I】

A61B 3/10 K  
M  
H

【手続補正書】

【提出日】 平成 12 年 9 月 14 日 (2000. 9. 14)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 請求項 1

【補正方法】 変更

【補正内容】

【請求項 1】 被検眼に対して装置を所定の関係にアライメントするための位置調整手段と、角膜の曲率のマップを得るための角膜曲率測定用の第 1 指標を投影する第 1 指標投影手段と、角膜に投影された第 1 指標を撮像する第 1 指標撮像手段と、該撮像手段により撮影された画像を処理する画像処理手段と、該画像処理手段により得られた第 1 指標の像の位置に基づいて各領域の曲率を算出する曲率演算手段と、被検眼眼底に屈折力測定用の第 2 指標を投影する第 2 指標投影手段と、該第 2 指標投影手段により投影された指標像を検出する光検出手段と、該光検出手段により検出される検出結果に基づいて眼屈折力を算出する眼屈折力演算手段と、眼屈折力を測定するモードと角膜曲率を測定するモードとを切り換える測定モード切換え手段と、前記曲率演算手段および眼屈折力演算手段により得られる測定結果を表示する表示手段と、を持つことを特徴とする眼科装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0004

【補正方法】 変更

【補正内容】

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明の眼科装置は以下の構成を有することを特徴としている。

(1) 被検眼に対して装置を所定の関係にアライメントするための位置調整手段と、角膜の曲率のマップを得るための角膜曲率測定用の第 1 指標を投影する第 1 指標投影手段と、角膜に投影された第 1 指標を撮像する第 1 指標撮像手段と、該撮像手段により撮影された画像を処理する画像処理手段と、該画像処理手段により得られた第 1 指標の像の位置に基づいて各領域の曲率を算出する曲率演算手段と、被検眼眼底に屈折力測定用の第 2 指標を投影する第 2 指標投影手段と、該第 2 指標投影手段により投影された指標像を検出する光検出手段と、該光検出手段により検出される検出結果に基づいて眼屈折力を算出する眼屈折力演算手段と、眼屈折力を測定するモードと角膜曲率を測定するモードとを切り換える測定モード切換え手段と、前記曲率演算手段および眼屈折力演算手段により得られる測定結果を表示する表示手段と、を持つことを特徴とする。